

职业技能鉴定培训教程



# 化工生产基础

化学工业职业技能鉴定指导中心 组织编写  
周莉萍 主编



化学工业出版社

·北京·

本书以初中毕业为起点,围绕化工企业操作工人职业技能鉴定和岗位培训的要求编写,介绍了化学基础、物理基础、流体力学、传热、传质、化工设备、识图、安全、消防、环保、仪表、电器、计量、分析检验、班组管理等相关知识,依据相关工种国家职业标准,覆盖相关工种题库的知识点,密切结合企业生产运行实际。

本书适用于化工企业操作工人技能鉴定培训和岗位培训,也可供相关技术人员和管理人员参考。

#### 图书在版编目(CIP)数据

化工生产基础/周莉萍主编. —北京:化学工业出版社,2006.9

职业技能鉴定培训教程

ISBN 978-7-5025-9442-8

I. 化… II. 周… III. 化工产品-生产工艺-职业技能鉴定-教材 IV. TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 117932 号

---

责任编辑:李玉晖 辛 田

文字编辑:贾 婷

责任校对:顾淑云

装帧设计:于 兵

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 彩插1 印张24 字数515千字 2007年3月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:38.00元

版权所有 违者必究

## 前言

为适应化工行业技术工人技术鉴定的要求，促进化工工人技术培训的规范化发展，化学工业职业技能鉴定指导中心受劳动和社会保障部的委托，组织制定了29项国家职业标准，包括《无机化学反应工》《有机合成工》《压缩机工》《气体净化工》《蒸发工》《蒸馏工》《萃取工》《吸收工》《结晶工》《干燥工》《气体深冷分离工》《化工工艺试验工》《化工总控工》《硝酸铵生产工》《碳酸氢铵生产工》《硫酸生产工》《硝酸生产工》《纯碱生产工》《烧碱生产工》《橡胶炼胶工》《橡胶半成品制造工》《橡胶成型工》《橡胶硫化工》《涂料合成树脂工》《制漆配色调制工》《染料分析工》《染料合成工》《农药生物测试试验工》和《化工仪表维持工》。根据化工行业的特点，还制定了3项化工行业职业标准，包括《化工三废处理工》《化工水处理工》《化学清洗工》。上述标准对化工行业特有职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平做了明确规定。

根据职业标准的基本要求，将化工操作工人共性的基础知识综合起来，《职业技能鉴定培训教程·化工生产基础》介绍了化学基础、物理基础、流体力学、传热、传质、识图、安全、消防、环保、仪表、电器、计量、分析检验及化工管路、换热器等知识。本书围绕化工操作岗位工作的实际要求选取内容，作为化工特有工种职业技能鉴定培训教材，初级、中级、高级可以根据鉴定要求和企业的生产实际选学其中内容，也可以作为化工企业操作工人岗前培训教材。

本书的编写得到刘红宇、吴云龙、李建树、任继玲、张旭艳、郭彦、林建国等的帮助和支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，缺点不足在所难免，深望读者给予批评指正。

编者  
2006年12月

# 目录

绪论.....	1
一、化工生产概况.....	1
二、单元操作和单元反应.....	2
三、化工生产过程.....	3
四、化工生产过程中的物质转换与能量转换.....	4
第一章 化学基础知识.....	6
第一节 化学基本概念.....	6
一、物质.....	6
二、物质的变化和性质.....	6
三、物质的组成.....	7
四、原子量、分子量和摩尔.....	11
第二节 化学反应.....	13
一、分子式.....	13
二、化学方程式.....	14
三、热化学方程式.....	14
四、化学平衡.....	15
第三节 无机化合物基础.....	18
一、无机化合物的分类.....	18
二、重要的无机化学反应.....	21
第四节 常见元素及其重要化合物.....	22
一、非金属元素及其重要化合物.....	22
二、重要的金属及其化合物.....	31
第五节 溶液.....	36
一、溶液的定义.....	36
二、饱和溶液和不饱和溶液.....	37
三、饱和蒸气压.....	37
四、溶解度.....	37
五、溶液浓度.....	39
六、溶液的 pH 值.....	40
七、常见溶液.....	42

八、电解质溶液 .....	42
九、晶体 .....	45
第二章 物理基础知识 .....	47
第一节 基本概念 .....	47
一、力 .....	47
二、运动 .....	48
三、物体的平衡 .....	50
四、功和能 .....	51
五、物态变化 .....	51
六、电及磁场 .....	52
七、振动 .....	57
八、波 .....	58
九、其他 .....	58
第二节 基本定律 .....	59
一、力的定律 .....	59
二、运动定律 .....	60
三、功和能定律 .....	61
四、电和磁场定律 .....	61
五、气体的性质 .....	63
六、动量 .....	63
第三节 基本方程式 .....	64
一、理想气体状态方程 .....	64
二、气体状态方程式 .....	64
三、克拉珀龙方程 .....	65
第三章 有机化学知识 .....	66
第一节 有机化合物概述 .....	66
一、有机化合物的特性 .....	66
二、有机化合物的分类 .....	66
三、有机化合物的结构 .....	67
第二节 烃 .....	68
一、烃的定义 .....	68

二、烯烃 .....	68
三、炔烃 .....	69
四、芳香烃 .....	69
第三节 基本有机化学反应 .....	69
一、氧化和还原反应 .....	69
二、氢化和脱氢反应 .....	70
三、水合和脱水反应 .....	71
四、水解反应 .....	72
五、卤化、硝化和磺化反应 .....	72
六、胺化和酯化反应 .....	74
七、烷基化和脱烷基化反应 .....	74
第四节 合成有机高分子化合物 .....	75
一、基本概念 .....	75
二、高分子化合物的特性 .....	76
三、高分子化合物的合成反应 .....	76
四、重要的合成高分子材料 .....	77
第四章 流体力学知识 .....	78
第一节 基础知识 .....	78
一、基本概念 .....	78
二、流体静力学方程式 .....	81
三、连续性方程式 .....	84
四、伯努利方程式 .....	86
五、流体阻力 .....	88
第二节 化工管路 .....	96
一、管路的分类 .....	96
二、管路的标准化 .....	96
三、管路的组成 .....	97
四、管路的连接方法 .....	104
五、管路布置和安装 .....	105
六、管路吹洗和试压、试漏 .....	106
七、管路的绝热、伴热和涂漆 .....	108

八、技术方案.....	109
第五章 传热传质知识.....	113
第一节 概述.....	113
一、基本定义.....	113
二、传热在化工生产中的应用.....	114
三、传热的基本方式.....	114
四、化工生产中的换热方法.....	115
第二节 热传导.....	115
一、热传导基本规律.....	115
二、热导率.....	116
三、多层平壁的热传导.....	117
四、圆筒壁的稳定热传导.....	117
五、应用举例.....	120
第三节 对流传热.....	122
一、对流传热的分类.....	122
二、对流传热方程式.....	122
三、影响对流传热的因素.....	123
四、提高传热膜系数的途径.....	124
五、应用举例.....	126
第四节 传热方程式.....	127
一、传热基本方程式.....	127
二、传热过程的热负荷计算.....	128
三、传热温度差.....	129
四、传热系数.....	132
五、强化传热的途径.....	135
六、热辐射.....	136
七、应用举例.....	137
第五节 换热器.....	139
一、换热器的类型、构造.....	139
二、换热器的选择.....	146
三、换热器的使用.....	147

四、换热器的维修.....	148
五、换热器的清洗.....	148
六、常用换热器常见故障与处理方法.....	148
七、常用的加热和冷却方法.....	149
第六节 传质知识.....	150
一、传质的基本概念.....	150
二、传质的基本原理.....	151
第七节 冷冻知识.....	152
一、冷冻的基本原理.....	152
二、冷冻剂及载冷体.....	154
三、冷冻的主要设备.....	155
第八节 物料衡算和热量衡算.....	156
一、物料衡算.....	156
二、热量衡算.....	159
第六章 设备知识.....	162
第一节 泵.....	162
一、化工生产对泵的使用要求.....	162
二、离心泵的工作原理.....	164
三、离心泵的主要部件.....	165
四、离心泵的主要性能参数.....	167
五、离心泵的特性曲线.....	169
六、离心泵的调节.....	170
七、离心泵的汽蚀现象和安装高度.....	171
八、离心泵的运行与维护.....	173
九、离心泵常见故障及排除方法.....	174
十、离心泵常见操作事故及防范措施.....	175
十一、离心泵的串联与并联操作.....	175
十二、往复泵.....	176
十三、其他类型泵.....	179
第二节 风机.....	183
一、构造.....	184

二、工作原理.....	184
三、主要性能参数.....	184
四、性能曲线.....	185
五、常用通风机的代号.....	185
六、离心式通风机的选用.....	185
七、离心式通风机的性能故障、原因及消除方法.....	186
八、鼓风机.....	187
第三节 压缩机.....	188
一、基本结构.....	189
二、工作原理.....	189
三、主要性能参数.....	191
四、多级压缩.....	192
五、理论示功图.....	193
六、实际示功图.....	194
第四节 机械传动.....	195
一、机械传动的基本知识.....	195
二、带传动.....	196
三、链传动.....	197
四、齿轮传动.....	199
五、齿轮减速器.....	200
第五节 化工常用零件.....	202
一、轴承.....	202
二、连接件.....	205
第六节 其他化工机械.....	210
一、搅拌机械.....	210
二、物料分离设备.....	214
第七节 化工常用材料.....	218
一、材料的性能.....	218
二、常用材料.....	220
第八节 设备的腐蚀与防护.....	226
一、金属的腐蚀.....	226

二、设备的防腐蚀.....	226
第九节 设备的使用和管理.....	227
一、设备的使用.....	227
二、设备的维护保养.....	228
三、设备的润滑“五定”及润滑油“三级过滤”制度.....	228
四、设备计划检修.....	229
五、设备的日常管理和设备事故的处理.....	229
六、设备的综合管理.....	230
七、设备的更新.....	231
第七章 识图知识.....	232
第一节 基础知识.....	232
一、国家标准《机械制图》的基本规定.....	232
二、投影的基本知识.....	234
三、三视图.....	236
四、基本视图和辅助视图.....	238
五、剖视图与剖面图.....	240
第二节 基本图.....	241
一、化工设备图.....	241
二、化工工艺图.....	243
第八章 安全、消防、环保知识.....	251
第一节 安全知识.....	251
一、防毒面具的种类、结构与使用.....	251
二、防护器材的维护.....	255
三、监护与抢救技术.....	256
四、用电安全.....	261
五、停车检修前的安全处理.....	266
六、化工装置的检修作业安全.....	268
七、压力容器的安全使用.....	278
八、工业锅炉安全技术.....	286
第二节 消防知识.....	294
一、灭火基本方法.....	294

二、爆炸.....	296
三、消防器材.....	297
第三节 环保知识.....	303
一、化工生产污染物的来源.....	303
二、污染途径.....	303
三、化工污染的特点.....	304
四、控制污染的方法.....	304
五、污染物的治理方法.....	305
六、噪声及其危害.....	311
七、防暑降温.....	314
八、工业粉尘危害及预防.....	315
第四节 安全生产禁令.....	318
一、生产区内十四个不准.....	318
二、操作工的六个严格.....	319
三、动火作业六大禁令.....	319
四、进入容器、设备的八个必须.....	319
五、机动车辆七大禁令.....	320
第九章 仪表、电器、计量知识.....	321
第一节 仪表知识.....	321
一、测量误差.....	321
二、仪表的主要性能指标.....	323
三、常用图形符号.....	324
四、检测仪表.....	327
五、化工自动控制系统.....	338
六、集散控制系统.....	340
七、信号联锁报警系统.....	342
第二节 电器知识.....	344
一、电动机.....	344
二、变压器.....	346
三、变频器.....	348
第三节 计量知识.....	349

一、国际单位制.....	349
二、法定计量单位及其基本换算.....	350
三、法定计量单位与词冠的使用注意事项.....	351
第十章 分析检验知识.....	353
第一节 化学分析操作.....	353
一、常用分析仪器的使用知识.....	353
二、采样及其注意事项.....	355
第二节 分析误差知识.....	356
一、测量误差的分类和产生的原因.....	356
二、准确度.....	357
三、精密度.....	358
四、提高分析结果准确度的方法.....	358
第三节 酸碱滴定法.....	358
一、缓冲溶液.....	359
二、常用指示剂.....	361
三、指示剂的选择.....	362
第四节 定量分析.....	362
一、配位滴定法（原络合滴定法）.....	362
二、氧化还原滴定法.....	363
三、沉淀滴定法.....	365
四、一般物质的定量分析.....	367
附录 常用单位换算.....	368
参考文献.....	370

# 绪 论

## 一、化工生产概况

化学工业是国民经济的重要产业，化工产品广泛用于工业、农业、人民生活等各个领域。农业生产需要的化肥、农药和塑料薄膜等农用化学品，机械工业（航天、汽车、船舶、机械等）需要的合成材料、轮胎、涂料和胶黏剂等配套产品，纺织工业需要的合纤单体、合纤聚合物、染料及纺织助剂，电子工业需要的印刷电路板基材、塑封料、光刻胶、高纯试剂和特种气体等电子化学品，医药工业需要的基本化工原材料，军事工业需要的军用化工产品，人民生活需要的日用化学品，都离不开化学工业。

化学工业是以天然物质或其他物质为原料，通过化学方法和物理方法，使其结构、形态发生变化，生成新的物质，制成生产资料和生活资料的工业。例如，合成氨工业，以煤或石油、天然气等物质为原料，经过化学方法和多种物理方法加工处理后制成氨，不仅使物质形态发生了变化，而且物质结构也发生了变化，生成了新的物质。化工生产过程主要指从原材料进入化工生产装置，经过物理方法和化学方法的加工到制成合格产品的过程，也称化工工艺过程。

化工生产过程具有下述四个特点。

### 1. 生产过程连续性和间接性

化工生产是通过一定的工艺流程来实现的。工艺流程是指以反应设备为骨干，由系列单元设备通过管路串联组成的系统装置。

化工生产的连续性体现在两个方面：第一，空间的连续性，生产流程是一条连锁式的生产线，各个工序紧密衔接，首尾串通，无论哪个工序失调，都会导致整个生产线不能正常运转；第二，时间的连续性，生产长期运转，昼夜不停，各个班次紧密衔接，无论哪班出故障，都会影响整个生产过程的正常运行。间接性则体现在操作者一般不和物料直接接触，生产过程在密闭的设备内进行，对物料的运行变化看不见，摸不着，操作人员要借助管道颜色识别物料，依靠检测仪表、分析化验，了解生产情况，利用仪表或计算机控制生产运行。

### 2. 生产技术的复杂性和严密性

复杂性是指化工的工艺流程多数比较复杂，而且发展趋势是复杂程度越来越

高。当今的基础化学工业正朝着大型化和高度自动化发展；而应用化学工业正朝着精细化、专用化、高性能和深加工发展。

严密性是指由于化学反应对其应具备的条件要求非常严格，每种产品都有一套严密的工艺规程，必须严格执行，否则不仅制造不出合格产品，还会造成事故。

### 3. 原料、产品和工艺的多样性

目前我国生产的化工产品约有4万多种，全世界约有5万种以上，这个数字还在迅速增加。化工生产可以用不同原料制造同一产品，也可用同一原料制造不同产品。化工产品一般都有两种以上的生产工艺。即使用同样原料制造同一种产品，也常有几种不同的工艺流程。

### 4. 安全生产的极端重要性

有些化学反应或物理变化要在高温、高压、真空、深冷等条件下进行，许多物料具有易燃、易爆、有毒等性质，这些特点决定了化工生产中的安全极其重要。学习化工生产知识，要特别注意学习掌握安全生产的知识和技能。

化工生产过程的运行要依靠良好的操作。化工操作是指在一定的工序、岗位对化工生产装置和生产过程进行操纵控制的工作。对于化工这种依靠设备作业的流程型生产，良好的操作具有特殊重要性。因为流程、设备必须时时处于严密控制之下，完全按工艺规程运行，才能制造出人们需要的产品。大量实践说明，先进的工艺、设备只有通过良好的操作才能转化为生产能力。在设备问题解决之后，操作水平的高低对实现优质、高产、低耗起关键作用。

化工生产过程种类繁多，很难完全掌握，但各种生产过程都有着共同的基本组成规律。其基本组成规律主要有：

- ① 化工生产过程是由若干单元操作和单元反应等基本加工过程构成的；
- ② 化工生产过程包括原料的预处理、化学反应和反应产物加工这三个基本步骤；
- ③ 化工生产过程贯穿着两种转换，即物质转换和能量转换。

## 二、单元操作和单元反应

在化工生产过程中，具有共同特点，遵循共同的物理学或化学规律，所用设备相似，作用相同的基本加工过程称为单元操作或单元反应，其中具有物理变化特点的基本加工过程称为单元操作（也叫物理过程）；具有化学变化特点的基本加工过程称为单元反应（也叫单元过程或化学过程）。

常用的单元操作有18种，如下表所示，按其性质、原理可分为五种类型。

常用单元操作

类别	名称		作用	设备举例
流体流动过程	流体输送	液体输送	把液体物料从一处输送到另一处	泵
		气体输送	把气体物料从一处输送到另一处	风机
		气体压缩	提高气体压力,克服输送阻力	压缩机
	非均相物系分离	沉降	用沉降的方法把悬浮颗粒从液体或气体中分离出来	沉降槽
过滤		用多孔物质阻挡固体颗粒,使之从气体或液体中分离出来	过滤机	
		离心分离	在离心力作用下,分离悬浮液或乳浊液	离心机
	固体流态化		用流体使大量固体颗粒悬浮而具有流体特点	流化床反应器
传热过程	传热		使物料升温、降温或改变相态	换热器
	蒸发		用汽化的方法,使非挥发性物质的稀溶液浓缩成较浓的溶液	蒸发器
	结晶 <sup>①</sup>		使溶质成为晶体,从溶液中析出	结晶器
传质过程	蒸馏		通过汽化和冷凝将液体混合物分离	精馏塔
	吸收		用液体吸收剂将气体混合物分离	吸收塔
	萃取		用液体萃取剂将液体混合物分离	萃取塔
	干燥 <sup>①</sup>		一般指用加热汽化的方法除去固体物料所含水分	干燥塔
热力过程	冷冻		将物料温度降到比常温低的操作	冷冻循环装置
机械过程	粉碎		在机械外力作用下,使固体颗粒变小	粉碎机
	筛分		将固体颗粒分为大小不同的部分	网形筛
	固体输送		把固体物料从一处输送到另一处	皮带输送机

① 结晶过程也有传热,干燥过程也有传质。这两种单元操作也可归类于“热质传递过程”。

(1) 流体流动过程的单元操作 遵循流体动力学规律进行的操作过程,如液体输送、气体输送、气体压缩、过滤、沉降等。

(2) 热量传递过程的单元操作 遵循热量传递规律进行的操作过程,也叫传热过程,如传热、蒸发等。

(3) 质量传递过程的单元操作 物质从一个相转移到另一个相的操作过程,也叫传质过程,如蒸馏、吸收、萃取等。

(4) 热力过程的单元操作 遵循热力学原理进行的单元操作,如冷冻等。

(5) 机械过程的单元操作 依靠机械加工或机械输送进行的单元操作,如粉碎、固体输送等。

### 三、化工生产过程

化工生产过程一般都包括三个基本步骤。

(1) 原料预处理 将原料进行一系列的处理,达到化学反应所要求的状态。

(2) 化学反应 使反应物在反应器内发生化学变化,生成新的物质。

(3) 反应产物加工 将反应产物进行一系列加工,制成符合质量要求的成品,同时将未反应的原料、副产物和暂不需要的“废料”回收处理。

这三个步骤又都是由若干个单元操作和单元反应构成的。原料预处理和反应产物加工主要是由单元操作构成，有时也有一些化学反应；化学反应步骤主要是由单元反应构成，有时伴随有物理过程，如有的反应器附有搅拌。

三个基本步骤是化工生产过程的主干。了解一个生产过程，首先应分析它的三个基本步骤，抓住主干，然后进一步分析各基本步骤中的单元操作或单元反应，这样就能清晰地了解整个生产过程。

#### 四、化工生产过程中的物质转换与能量转换

所有化工生产过程都是物料转换与能量转换相伴进行的过程，这是化工生产的一个重要规律。

单元操作进行的物理过程都和能量转换紧密联系，如液体输送要消耗电能，粉碎要消耗大量机械能，蒸馏、蒸发要消耗大量热能。单元反应进行的化学过程也都伴随着能量转换，有的化学反应要输入能量，有的化学反应要输出能量。如电解反应要输入大量电能；有的硫黄制硫酸工艺过程安装了余热发电装置，以使反应放出的热量得到有效利用。

在生产中，要运用“两种转换”的规律来指导化工操作，从以下三个方面来以较少的物料消耗和能量消耗生产出优质的产品。

##### 1. 了解物料运行的状况

物料运行通常有下列三种表现形式。

(1) 物料的输入和输出 输入的有原料和辅助材料；输出的有产品、中间产品、副产品和“废料”。

(2) 物料的变化 物料在装置中发生化学变化和物理变化。

(3) 物料的循环 有些反应过程，反应物不可能完全转化成产物，因此，要将那些没有转化的反应物循环使用。

##### 2. 了解能量运行的情况

能量的运行也包括输入、转换和输出三种表现形式。能量的输入一般包括随物料带进的能量和外加能量，而外加能量则表现为向生产装置供给水、电、汽、气、冷五种动力资源。

(1) 水 指用于动力的水，如加热与冷却用的水。

(2) 电 包括用电力驱动生产设备，将电能转换为机械能；用电直接参与化学反应过程，如电解。

(3) 汽 指水蒸气。

(4) 气 指用于动力的压缩空气和仪表用气。

(5) 冷 指低温操作所需的冷量。

这五种动力资源一般由工厂公用工程部门负责供给，即深井、电站、锅炉、空压站、制冷站等。操作人员要经常了解以上各种运行状况，并且要通过物料计算和能量计算来掌握其数量，以便根据实际状况有效地操作。

### 3. 控制物料、能量的运行

严格控制工艺指标，经常对各项工艺指标进行综合分析，以判断物料运行状况和能耗情况；尤其要严格控制反应物转化为生成物的转换程度，根据转换程度的工艺参数，准确地判断是否达到了反应终点，以决定能否将物料转入下一工序。